

## MODELOS DE AVALIAÇÃO DO GRAU DE APLICAÇÃO DOS CONCEITOS E PRÁTICAS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA

GRAÇA, Vinícius Januário<sup>1</sup>; FRANCA, Veruschka Vieira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, vinicius.eprod@outlook.com

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, veruschkafranca@gmail.com

**Resumo:** A indústria da construção civil tem se esforçado em busca de novas filosofias e modelos mais eficientes de gestão da produção no intuito de melhorar seus processos internos e com isso, reduzir custos e conferir mais qualidade às suas obras. Um dos novos métodos que busca atender às demandas do setor é denominado de Construção Enxuta (CE). Portanto, uma empresa que deseja aplicar os conceitos de CE precisa ter meios para avaliar seu desempenho quanto aos princípios da CE. O presente trabalho buscou analisar modelos de avaliação do grau de aplicação dos conceitos e práticas de CE. O método de pesquisa utilizado foi a revisão bibliográfica e os resultados apresentam diversos modelos aplicáveis a empresas de pequeno ou grande porte que variam quanto a escala utilizada e os critérios de análise.

**Palavras-chave:** Construção Enxuta; Modelo de avaliação; Práticas lean.

## EVALUATION MODELS OF THE APPLICATION DEGREE OF LEAN CONSTRUCTION CONCEPTS AND PRACTICES

**Abstract:** The civil industry has been seeking more efficient production management models and new production philosophies in order to improve its internal processes, reduce costs and provide more quality and flexibility to its projects. One of the new methods that tries to meet the demands of the sector is called Lean Construction (LC). Therefore, a company that wishes to apply the lean concepts needs to have means to assess its performance related to LC principles. The present paper presented performance evaluation models in the context of LC. The data collection was done by a bibliographic review. The results show several applicable models, to small or big sized companies, that vary in scale and criteria used.

**Keywords:** Lean Construction; Evaluation model; Lean practices.

### 1 Introdução

O setor da construção civil é de extrema importância para a economia brasileira, pois gera empregos diretos e indiretos para uma grande parte da população; representa uma porção significativa do Produto Interno Bruto (PIB) e impulsiona diversos setores produtivos do país.

Segundo dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) realizada pelo IBGE em 2014, foram registradas 119 mil empresas ativas que ocuparam 2,9 milhões de pessoas. No mesmo ano, essas empresas realizaram obras e/ou serviços no valor de 371,5 bilhões de reais. Referente a esses dados, a região Nordeste é a segunda tanto no número de pessoas ocupadas como também, no valor das obras e serviços de construção, ficando atrás apenas da região Sudeste.

Entretanto, pesquisas da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) mostram que o setor vem sofrendo quedas nos últimos anos, sendo de 5,1% a queda registrada em 2016. Sabe-se que uma das principais formas de reverter esse quadro é diminuir os índices de desperdício, perdas e baixa produtividade.

No intuito de melhorar seus processos para reduzir custos e conferir qualidade às suas obras, as construtoras têm se esforçado em buscar novas filosofias e modelos mais eficientes de gestão da produção.

Um destes novos métodos que busca adaptar conceitos e princípios da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor da construção civil é denominado de Construção Enxuta (CE), essa abordagem está baseada nos princípios do sistema de Produção Enxuta (WOMACK *et al.*, 2004) que oferece uma visão holística dos processos e prioriza a redução de desperdícios e a eliminação de atividades que não geram valor ao longo do fluxo de produção (KOSKELA, 1992).

De acordo com Koskela (1992), uma das mudanças conceituais mais importantes trazida pela Construção Enxuta é uma nova forma de se entender os processos produtivos. Ao observar os processos desde a etapa inicial, essa filosofia gerencial busca o controle sobre os problemas dos processos construtivos e procura agir nas causas destes problemas, demonstrando que é possível melhorar processos quando se identifica onde os seus possíveis erros estão.

Com o objetivo de suprir a necessidade de mão de obra profissionalizada, a construção civil precisa adotar alternativas que zelem por mais qualidade no produto final e que proporcionem redução das perdas, desperdícios e prazos de entrega. Por essa razão, o pensamento *Lean* se apresenta como um diferencial competitivo capaz de trazer resultados positivos em diversos setores, especialmente no setor da construção civil.

Portanto, quando as empresas construtoras mostram interesse pelos princípios da Construção Enxuta e se esforçam para implementar estas práticas *lean*, o desempenho da implementação deste sistema precisa ser medido e avaliado, de modo que a alta gerência possa atestar as vantagens da filosofia enxuta e estabelecer novas metas a serem alcançadas em prol da consolidação da filosofia *lean*.

De igual modo, mesmo as empresas familiarizadas e bem estruturadas em relação ao sistema da Construção Enxuta precisam avaliar seu desempenho periodicamente, tendo em vista a conservação e aprimoramento do emprego das práticas e do pensamento *lean*.

O objetivo desse trabalho foi buscar na literatura nacional e internacional modelos de avaliação do grau de aplicação dos conceitos e práticas de CE, que mostrem às empresas o quanto suas práticas estão alinhadas aos princípios *lean*.

## 2 Revisão da literatura

Assim como o Sistema de Produção Enxuta demandou bastante tempo e esforço em sua implementação, passando por várias adaptações relacionadas às necessidades e problemas do setor, a construção civil também precisava de uma nova filosofia de produção para solucionar diversos problemas que estavam reduzindo a qualidade de seus produtos finais, tais como: condições de trabalho precárias, escassez de mão de obra, entre outros (KOSKELA, 1992).

Com a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy to construction* em 1992, o finlandês Lauri Koskela propôs uma filosofia de produção baseada nos princípios da Produção Enxuta e adaptada à indústria da construção civil e suas peculiaridades. Esse sistema de gestão da qualidade, denominado *Lean Construction*, tinha o propósito de beneficiar o setor de construção, assim como, a Produção Enxuta foi para a Toyota (KOSKELA, 1992).

Segundo Koskela (1992), dentre as peculiaridades que existem entre a produção industrial e a construção civil destacam-se a extensa variação e complexidade dos empreendimentos habitacionais e, por serem únicos, não possibilitam projetos e produção iguais; o caráter temporário, pois o canteiro de obras é composto de diferentes empresas e empregados, que possivelmente nunca trabalharam juntos, unidos contratualmente para realizar um projeto; e a intervenção de autoridades regulatórias para fiscalizar a construção, que pode gerar atrasos e barreiras.

De acordo com Reis (2004), um dos principais objetivos da Construção Enxuta é eliminar ou reduzir as atividades que não agregam valor e melhorar a eficiência das atividades que agregam. Para isso, é necessário analisar completamente as atividades de fluxo, iniciando pelo levantamento das necessidades até a entrega da obra ao cliente.

A CE baseia-se em onze princípios que foram desenvolvidos e apresentados por Koskela (1992). Estes princípios podem ser visto no Quadro 1.

Quadro 1 – Os onze princípios da Construção Enxuta

Número	Princípios
1	Redução da parcela de atividades que não agregam valor
2	Agregação de valor ao produto através de consideração das necessidades dos clientes
3	Redução de variabilidade
4	Redução do tempo de ciclo
5	Simplificação através de redução de passos ou partes
6	Aumento da flexibilidade de saída
7	Aumento da transparência do processo
8	Foco do controle no processo global
9	Introdução de melhoria contínua no processo
10	Equilíbrio entre as melhorias de fluxo e conversão
11	Realização de <i>Benchmarking</i>

Fonte: Koskela (1992)

## 2.1 Modelo LCR

O modelo *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR) foi desenvolvido por Hofacker *et al.* (2008) com o objetivo de desenvolver uma forma quantitativa de avaliar empresas construtoras quanto ao grau de aplicação dos conceitos enxutos em seus canteiros de obra.

O conteúdo do questionário do LCR foi definido levando em consideração os 5 princípios da Mentalidade Enxuta, os 11 princípios da Construção Enxuta e comparado a questões aplicáveis a realidade dos canteiros de obra. O resultado foram 30 questões pontuadas numa escala de 0 a 6 e divididas em 6 categorias, sendo elas, Foco no Cliente; Desperdícios; Qualidade; Fluxo de Materiais; Organização, Planejamento e Fluxo de Informações e Melhorias Contínuas (HOFACKER *et al.*, 2008).

O total de pontos obtidos é dividido pela pontuação máxima possível (equivalente a 180 pontos) e esse resultado é usado para a classificação. A classe mais baixa é definida como D (de 0 a 9% do total) e a mais alta como AAA (de 95% a 100% do total).

## 2.2 Modelo DOLC

O Modelo *Degree of Lean Construction* (DOLC) foi desenvolvido por Carvalho (2008) com o objetivo de diagnosticar o estado atual da empresa e indicar os pontos chave da CE que ela tem aplicado com proeminência e quais pontos apresentam um desempenho inferior. Além disso, essa ferramenta foi projetada para suprir uma carência de conhecimento acerca da CE, observada nos contratantes em geral.

O DOLC foi baseado nos 11 princípios de Koskela (1992) e consiste em 5 questionários que totalizam 204 questões com notas que variam de 0 a 3. Cada questionário deve ser

respondido por pelo menos uma pessoa que compõe a cadeia de valor da construtora, que são: diretoria, engenharia, operários, fornecedores e projetistas.

O questionário atribui pesos iguais para todas as perguntas a fim de garantir que todos os princípios tenham igualdade de importância. O resultado final é obtido pela média aritmética dos resultados parciais e a empresa é classificada em uma escala adaptada do modelo LCR, na qual a classificação vai de D (de 0 a 44%) até AAA (de 95 a 100%).

### **3 Metodologia**

A pesquisa pode ser classificada como revisão bibliográfica, pois a coleta de dados referentes aos assuntos estudados se deu em livros, publicações científicas em periódicos e sites.

A pesquisa por artigos foi feita em 3 bases de dados, que foram o portal de periódicos CAPES, *Science Direct* e *International Group for Lean Construction* (IGLC). Buscou-se artigos publicados nos últimos 5 anos (entre 2012 e 2017) e usou-se a combinação dos termos “*lean construction*” com “*evaluation*” ou “*assessment*” na busca avançada.

No portal de periódicos CAPES foram encontrados 6 artigos; na base de dados *Science Direct* foram encontrados 21 artigos e na IGLC a pesquisa resultou em 19 artigos. Chegou-se ao resultado final de 46 artigos encontrados.

Em seguida, conduziu-se a etapa de seleção e eliminação, tendo como parâmetros a leitura dos títulos e resumos para retirar trabalhos que não interessassem ao tema ou trabalhos repetidos. Por fim, foram selecionados 12 artigos para uma análise detalhada.

### **4 Resultados e discussões**

#### **4.1 Modelos de avaliação**

Carvalho e Scheer (2017) compilaram o resultado de pesquisas realizadas entre 2008 e 2016 para fornecer um panorama das condições de uso da CE no Brasil. O trabalho reúne 10 estudos que analisaram e avaliaram o grau de aplicação da Construção Enxuta em 35 empresas nacionais através da ferramenta DOLC.

A pesquisa concluiu que há um baixo conhecimento da Construção Enxuta entre as empresas brasileiras e poucas práticas *lean* têm sido utilizadas. Esses resultados corroboram os baixos índices de produtividade da indústria civil brasileira. Os autores sugerem uma ação conjunta entre construtoras e círculos acadêmicos como uma forma de reverter o cenário atual e ações que propaguem o conhecimento da CE e seus benefícios para melhorias no desempenho das empresas.

Vieira *et al.* (2012) avaliaram o desempenho de duas empresas de médio porte da área de construção civil no estado do Goiás quanto ao uso da Construção Enxuta, utilizando o LCR como ferramenta de avaliação.

Os autores se propuseram a utilizar o modelo, porém foram feitas as seguintes alterações: o número de categorias foi aumentado para 8; cada categoria conteve 5 questões, resultando em 40 no total e utilizaram a escala de pontuação e classificação do DOLC.

Os resultados obtidos classificaram as empresas nos níveis D e DD. A pesquisa pôde validar o modelo selecionado e considerá-lo consistente com a realidade, pois as empresas não utilizavam os conceitos *lean* em seus projetos. Sugere-se que o modelo proposto seja aplicado em mais canteiros das empresas a fim de obter uma análise mais aprofundada e em outras empresas do estado.

Amaral *et al.* (2012) buscaram avaliar a presença de ações ligadas aos princípios da CE na etapa de execução em 3 das principais empresas de construção no estado do Goiás, sendo duas locais e uma de nível nacional. Os estudos de caso foram realizados por meio de entrevistas e visitas aos locais de construção, utilizando um questionário para medir o nível de cada princípio da CE.

O questionário classifica a presença de cada princípio numa escala de zero a dez, baseado em 5 perguntas desenvolvidas a partir das ações mais representativas na operação e execução no canteiro de obras. O resultado final é obtido pela média de todos os princípios e pretende mostrar a porcentagem de práticas da CE presentes em cada empresa.

Os autores observaram a presença de algumas práticas *lean*, mas que apresentaram uma implementação incompleta e não possuíam monitoramento de resultados, pois não estavam associadas à estratégia das empresas locais. A empresa de nível nacional obteve uma melhor avaliação, pois possui práticas *lean* em vários processos e um bom nível de monitoramento de resultados.

Etges *et al.* (2013) desenvolveram um protocolo de auditoria de práticas da CE que visa contribuir para a identificação da maturidade das práticas e oportunidades de melhorias.

Este protocolo difere de estudos similares anteriores nos seguintes aspectos: a atribuição de pesos a cada prática, baseada em opiniões de especialistas e a seleção de práticas incluídas no protocolo a partir de uma revisão sistemática da literatura sobre Construção Enxuta.

A escala de avaliação foi definida em três níveis: 0 para práticas não aplicadas; 0,5 para aplicação parcial e 1 para aplicação total. Os pesos atribuídos variaram entre 0 e 4. O protocolo consiste em 15 categorias com 103 práticas e sua aplicação ocorreu em uma empresa de atuação nacional sediada em Porto Alegre.

O protocolo de auditoria proposto foi considerado consistente e abrangente, pois possibilitou oportunidades de melhoria e identificou processos de gerenciamento interno a ser aprimorados. Apesar disso, reconheceu-se como limitação do trabalho a aplicação somente a um empreendimento de uma empresa. Sendo assim, a pesquisa não buscou classificar o nível de maturidade das práticas *lean* da empresa como um todo, mas validar o modelo proposto.

## 4.2 Comparação dos modelos

Para facilitar a visualização das principais características e diferenças dos modelos foi elaborado um quadro comparativo. O Quadro 2 apresenta uma comparação dos modelos de avaliação abordados.

Além das características exibidas, o modelo desenvolvido por Etges *et al.* (2013) diferencia-se em sua elaboração, pois foi através da busca pelas práticas presentes na literatura que se confeccionou o protocolo. Por outro lado, os demais modelos basearam-se primariamente nos 11 princípios da Construção Enxuta em sua elaboração.

Quadro 2 – Comparação dos modelos de avaliação

	Carvalho e Scheer (2017)	Vieira et al. (2012)	Amaral et al. (2012)	Etges et al. (2013)
<b>Modelo de avaliação</b>	DOLC	Adaptação do LCR	Questionário próprio	Protocolo de auditoria
<b>Escala utilizada</b>	Quatro níveis (de 0 a 3)	Quatro níveis (de 0 a 3)	Onze níveis (de 0 a 10)	Três níveis (de 0 a 1)
<b>Crítérios com pesos iguais</b>	Sim	Sim	Sim	Não
<b>Quantidade de critérios avaliativos</b>	204	40	55	103
<b>Classificação</b>	D a AAA	D a AAA	Percentual obtido	Percentual obtido

Fonte: Autoria própria

Observou-se que a avaliação feita por Amaral *et al.* (2012) foi a que se restringiu à etapa de execução de projeto. Por esse motivo, houve dificuldade em mensurar os princípios mais ligados a outras fases do projeto. Sugere-se que aumentar a quantidade de ações representativas de cada princípios pode gerar uma avaliação mais abrangente.

Quanto à aplicação dos modelos, constatou-se que os questionários não exigem um grande conhecimento em Construção Enxuta por parte de quem os aplica, especialmente o modelo adotado por Carvalho e Scheer (2017), que é bastante didático e autoexplicativo. A única exceção é o modelo de Etges *et al.* (2013), que segundo os autores, uma considerável familiaridade com os conceitos da CE é essencial para a aplicação do protocolo.



## 5 Considerações finais

Os modelos de avaliação de desempenho são fundamentais para que uma construtora que deseja implementar os conceitos de CE e práticas *lean* poder verificar quais áreas de seu negócio cumprem os requisitos e onde é necessário agir em prol da consolidação da filosofia *lean*.

Para as organizações que já possuem experiência com o sistema da Construção Enxuta, os modelos podem ser utilizados para que estas avaliem seu desempenho periodicamente para garantir a conservação do emprego das práticas, do pensamento *lean* e também a melhoria contínua.

O presente trabalho se propôs a identificar modelos de avaliação do grau de aplicação dos conceitos enxutos em publicações nacionais e internacionais. Os modelos apresentados permitem que empresas de tamanhos variados consigam diagnosticar seu estado atual para traçar planos de melhorar seus processos e eliminar custos e desperdícios.

As pesquisas realizadas indicam que a situação geral no Brasil é de baixo conhecimento dos conceitos enxutos e de pouca utilização das práticas enxutas. Em decorrência disso, o pensamento *Lean* não é integrado na estratégia das empresas e as práticas, quando estão presentes, se limitam ao nível operacional e geralmente estão dissociadas umas das outras.

Espera-se que esse trabalho contribua para a propagação do conhecimento da Construção Enxuta e de ferramentas de medição de desempenho que possam colaborar no avanço da indústria civil brasileira.

## Referências Bibliográficas

AMARAL, T. G. D.; CELESTINO, P. H. M.; FERNANDES, J. H. A.; BRITO, M. H. G.; FERREIRA, M. B. Presence of Lean Construction Principles in the Civil Construction market in the state of GOIÁS. In: 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC20), 2012, San Diego, USA. Anais... San Diego, USA, 2012.

CARVALHO, B. S. de. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. Curitiba, PR, 2008. Dissertação (Mestrado), Curso de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, UFPR, 2008.

CARVALHO, B. S. de.; SCHEER, S. Analysis and Assessment for Lean Construction Adoption: The DOLC Tool. In: 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC25), 2017, Heraklion, Greece. Anais... Heraklion, Greece, 2017.p.429-435.

CBIC. **A Produtividade da Construção Civil Brasileira**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/home/pib-2016>. Acessado em 15 de maio de 2017.

ETGES, B. M. B. S.; SAURIN, T. A.; BULHÕES, I. R. A Protocol for Assessing the Use of Lean Construction Practices. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC21), 2013, Fortaleza, Brazil. Anais... Fortaleza, Brazil, 2013.p.93-101.



HOFACKER, A.; OLIVEIRA, B. F.; GEHBAUER, F.; FREITAS, M. de. C.; MENDES, R. J.; SANTOS, A.; KIRSCH, J. Rapid lean construction- quality rating model (LCR). In: 16th International Group for Lean Construction Conference (IGLC16), 2008, Manchester, UK. Anais... Manchester, UK, 2008, p.241-250.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. CIFE Technical Report, Stanford University, n.72, setembro 1992.

PESQUISA ANUAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO 2014. Rio de Janeiro: IBGE, v. 24, p. 1-50, 2014. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=754>. Acessado em 15 de maio de 2017.

REIS, T. **Aplicação da Mentalidade Enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do Mapeamento do fluxo de valor: Estudos de Caso**. 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNICAMP, 2004.

VIEIRA, L. C.; DE SOUZA, L. O.; AMARAL, M. T. Application of the Rapid Lean Construction-Quality Rating Model to Engineering Companies. In: 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC20), 2012, San Diego, USA. Anais... San Diego, USA, 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.